

Power changeover for three-phase generator involves driving switches connecting phase windings only on one side in both flow directions to perform circuit changeover

Patent number: DE19931010
Publication date: 2000-11-23
Inventor: BLUEMEL ROLAND [DE]
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG [DE]
Classification:
- **international:** H02P9/48; H02J7/14
- **european:** H02J7/14F; H02P9/30D; H02P9/48
Application number: DE19991031010 19990706
Priority number(s): DE19991031010 19990706

Abstract of DE19931010

The power changeover method involves driving the switches (S1,S2) connecting the phase windings (a-c) only on one side in both flow directions to perform a changeover from a single-track circuit configuration to a star circuit configuration. An Independent claim is also included for a circuit for power changeover for a three-phase generator for a motor vehicle.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 31 010 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁷:
H 02 P 9/48
H 02 J 7/14

②1 Aktenzeichen: 199 31 010.6
②2 Anmeldetag: 6. 7. 1999
④3 Offenlegungstag: 23. 11. 2000

DE 199 31 010 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑦1 Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Blümel, Roland, Dr., 70599 Stuttgart, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 197 33 208 C1
DE 34 32 127 A1
DE-OS 21 18 703

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤4 Verfahren und Schaltungsanordnung zur Leistungsumschaltung einer Drehstrom- Lichtmaschine
- ⑤7 Bei einem Verfahren zur Leistungsumschaltung einer Drehstrom-Lichtmaschine bei Kraftfahrzeugen mittels schaltbarer Elemente arbeiten die einzelnen Generator-Phasenwicklungen beidseitig auf Gleichrichterschaltungen, wobei durch Ansteuerung von die Phasenwicklungen lediglich auf einer Seite in beiden Flußrichtungen verbindenden schaltbaren Elementen eine Umschaltung von einer Einzelstrang-Schaltung auf eine Sternschaltung erfolgt.

DE 199 31 010 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Leistungsumschaltung einer Drehstrom-Lichtmaschine nach den Patentansprüchen 1 und 2.

Die Leistungssteigerung von Generatoren bei Kraftfahrzeugen durch Wicklungsumschaltung ist in vielfacher Form bekannt: eine zusammenfassende Darstellung läßt sich beispielsweise dem Aufsatz "Leistungssteigerung von Kfz-Generatoren durch Wicklungsumschaltung" von R. Blümel und W. Dinser entnehmen, veröffentlicht auf der Tagung "Innovative Fahrzeugantriebe" am 22./23. Oktober 1998 in Dresden. Der Grund für solche Leistungsumschaltungen ist darin zu sehen, daß Kfz-Lichtmaschinen vom Motor des Kraftfahrzeugs angetrieben sind und daher die Drehzahl der Lichtmaschine, die gegebenenfalls über einen Hochtrieb übersetzt sein kann, entsprechend stark mit der Motordrehzahl variiert, so daß die von ihr erzeugte Leistung im Betrieb erheblichen Änderungen unterworfen ist. Andererseits soll eine Lichtmaschine so ausgelegt sein, daß sie bereits bei Leerlaufdrehzahl des Motors eine hinreichende Leistung zu erzeugen vermag, nicht zuletzt wegen der gestiegenen Anforderungen an Kfz-Bordnetze aufgrund einer Vielzahl neuer Verbraucher.

Damit also auch im Leerlauf eine hinreichende elektrische Leistung erzeugt werden kann, ist es notwendig, die sogenannte Aneghdrehzahl oder Einsatzdrehzahl der Lichtmaschine soweit wie möglich in den Bereich niedriger Drehzahlen zu verlegen. Dies führt allerdings zu einer Begrenzung der Leistungsabgabe bei höheren Drehzahlen, weil sich bei diesen zwar theoretisch ein entsprechender Leistungsüberschuß einstellt, der jedoch nicht nutzbar ist, weil die Bordnetzspannung auf etwa 14 Volt festgeklammert ist. Die höhere Spannungsabgabe einer auf eine niedrige Einsatzdrehzahl abgestimmten Lichtmaschine bei höheren Drehzahlen ist daher, wie schon erwähnt, nicht nutzbar; andererseits führt die Auslegung einer Lichtmaschine auf maximale Leistungsabgabe zu einer höheren Einsatzdrehzahl, was beispielsweise bei einem stop-and-go-Verkehr in der Stadt zu erheblichen Problemen im Batteriebereich führen kann.

Insofern weisen die in dem genannten Aufsatz aufgezeigten Wicklungsumschaltungen von Kfz-Generatoren einen Ausweg aus diesem Dilemma, beispielsweise die bekannte Stern-Dreieckumschaltung mit Hilfe von in die Verbindungsleitungen der Phasenwicklungen geschalteten bidirektionalen schaltbaren Elementen, üblicherweise Thyristoren, wie dies in Bild 3.1a des genannten Aufsatzes gezeigt ist. Sind bei der Darstellung des Bilds 3.1a die inneren Thyristoren durchgeschaltet, ergibt sich die bekannte Stern-Konfiguration der Phasenwicklungen des Drehstromgenerators, bei der die abgegebene Generatorspannung um den Faktor $\sqrt{3}$ größer ist als bei der Dreieckschaltung und die daher für den Einsatz bei niedrigeren Drehzahlen geeignet ist. Bei höheren Drehzahlen erfolgt die Rückschaltung in die Dreieckschaltung, so daß man keine Leistungseinbußen erhält. Bei dieser Konfiguration sind die äußeren Thyristoren durchgeschaltet und die zum Sternpunkt führenden Thyristoren gelöscht. In beiden Konfigurationen arbeiten die Phasenwicklungen auf eine bekannte, üblicherweise als B6u-Schaltung bezeichnete Gleichrichterbrückenschaltung.

Gut geeignet für einen solcherart über den Drehzahlbereich gespreizten Einsatz sind auch solche maschinengeführten Stromrichter-Schaltungen, die eine Serie-Parallelumschaltung bewirken, wie beispielsweise aus der DE 32 27 602 C2 oder auch aus den Bildern 3.1b, 3.1c und 3.4a des genannten Aufsatzes bekannt. Bei diesen Schal-

tungsanordnungen sind die Phasenwicklungen der Lichtmaschine jedenfalls in zwei Halbwicklungen unterteilt, die dann allerdings notwendigerweise vollständig zueinander galvanisch getrennt sein müssen. Die Ausgänge jeder Halbwicklung sind jeweils mit den Eingängen eines Gleichrichters verbunden, wobei ferner die Ausgänge der einen Halbwicklung mit jeweils einem Ausgang der anderen Halbwicklung über ein schaltbares Element zusätzlich verbunden sind. Diese schaltbaren Elemente sind üblicherweise Thyristoren und werden drehzahlabhängig angesteuert. Fällt die Drehzahl des Motors unter einen bestimmten Wert, dann werden die Thyristoren so angesteuert, daß sich die beiden Halbwicklungen elektrisch in Reihe schalten. Oberhalb dieser Drehzahl sind die beiden Halbwicklungen elektrisch parallel geschaltet, so daß bei festgelegter Klemmenspannung ein höherer Strom resultiert. In ähnlicher Weise arbeitet auch die aus der DE 23 52 227 A1 bekannte Schaltungsanordnung, wobei auch hier eine selbsttätige drehzahlabhängige Umschaltung über ein Relais erfolgt, so daß sich entweder eine vollständige Serienschaltung oder eine vollständige Parallelschaltung ergibt. Die beiden Halbwicklungen weisen auch hier den gleichen Umlaufssinn und dieselbe Anschlußbelegung auf. Da bei diesen Schaltungen in der Serienschaltung die Halbschwingungen der Phasenströme in voller Höhe durch die Thyristoren fließen, was bei diesen mit ihren relativ hohen Durchlaßspannungen größere Verluste entstehen läßt, ist es auch bekannt, die Phasenströme auf jeweils zwei Thyristoren aufzuteilen, indem jeder Ausgang der einen Halbwicklung über schaltbare Elemente, wiederum üblicherweise Thyristoren, mit jeweils zwei Ausgängen der anderen Halbwicklung verbunden ist, so daß bei durchgeschalteten Thyristoren die Halbwicklungen elektrisch in Reihe geschaltet sind und jeder der Thyristoren nur den halben Strom führt (s. hierzu DE 197 33 208 C1).

Allerdings sind auch die nachteiligen Probleme bei der Serie-Parallelumschaltung von Kfz-Drehstromgeneratoren nicht zu übersehen, die sich aufgrund folgender Gesichtspunkte ergeben:

1. Durch die vergleichsweise hohe Anzahl erforderlicher Thyristoren ergeben sich entsprechend hohe On-Verluste, wenn diese also durchgeschaltet sind;
2. aufgrund der Schaltungstopologie werden zwei galvanisch getrennte Wicklungssysteme mit vereinzelt Wicklungsenden benötigt bei
3. einer erheblichen Zahl zusätzlicher Verbindungen zu den Thyristoren;
4. ferner ist zum Triggern der Thyristoren Potentialtrennung und Zündstrom erforderlich, und
5. aufgrund der von den Thyristoren geführten hohen Ströme kann sich ein Temperaturproblem auf dem DA-SIC-Chip (Reglerchip) ergeben.
6. Schließlich weisen die Thyristoren ein sogenanntes EMV-Problem auf aufgrund der Notwendigkeit einer phasenanschnittgerechten Triggerschaltung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung für die Leistungsumschaltung von Drehstrom-Generatoren bei Kraftfahrzeugen zu ermöglichen, bei denen einerseits ebenfalls durch Umschaltung der Phasenwicklungs-Konfiguration eine effektive Leistungsausbeute sichergestellt ist, andererseits aber drastische Vereinfachungen sowohl hinsichtlich des Wickleistungsaufbaus als auch der verwendeten Schaltungselemente erzielt werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2 gelöst, wobei im Unterschied zum genannten Stand der Technik bei Verwendung nur eines Wick-

lungssystem, bestehend aus den drei üblichen Phasenwicklungen eine Umschaltung zwischen einer modifizierten Stern-Konfiguration und einer im folgenden als Einzelstrangeinspeisung bezeichneten Konfiguration erfolgt.

Die Erfindung sichert daher die bei der Sternschaltung mögliche niedrige Aneghdrehzahl ebenso wie die wesentlich bessere Stromausbeute der regulären Dreieckschaltung und übertrifft diese noch im Bereich höherer Drehzahlen bei einem allerdings extrem niedrigen Bauteile- und Ansteuerungsaufwand. Dies macht die Erfindung gerade durch ihre Einfachheit und die dadurch gewährleistete Robustheit für den Einsatz im Kraftfahrzeugbereich besonders geeignet, insbesondere weil auch nur eine äußerst geringe Anzahl von Verbindungen erforderlich ist. Sie ist sowohl als selbstgeführte Variante (elektronischer Sternpunktbildner) als auch als maschinengeführte Variante möglich und bildet anfangs einen Sternpunkt für die 3 Wicklungsstränge aus; bei Drehzahlerhöhung geht die erfindungsgemäße Schaltung in eine reine Einzelstrangspeisung über.

Für die Bildung des Sternpunktes können als schaltbare Elemente Thyristoren oder auch dann antiserial geschaltete PowerMOS-Transistoren eingesetzt werden.

Von weiterem Vorteil ist neben dem geringen Einbaувolumen und dem geringen Gewicht die gleichzeitige Vermeidung einer Überdimensionierung des magnetischen Kreises, da keine doppelten Wicklungsstränge wie bei den anderen Umschalt-Varianten erforderlich sind, sowie der Umstand, daß bei der Ansteuerung der schaltbaren Elemente kein Phasenanschnitt beachtet werden muß, also kein EMV-Problem entsteht.

Selbst für den Fehlerfall ergibt sich keine grundlegende Fehlfunktion, da auf jeden Fall bei einer möglichen Durchlegierung eines oder mehrerer der schaltbaren Elemente dann jedenfalls die Sternschaltung voll funktionsfähig erhalten bleibt.

Im Falle des Einsatzes von MOS-Schaltern als schaltbare Elemente wird für deren An- und Ausschalten lediglich eine Ladungspumpe benötigt, um das MOS-Gate aufzuladen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Stern-Einzelstrang-Umschaltung für Drehstrom-Lichtmaschinen bei Kraftfahrzeugen;

Fig. 2 eine Modifikation der Darstellung der **Fig. 1** mit zusätzlicher Mittelanzapfung der drei Wicklungsstränge und

Fig. 3 den Verlauf der Leistungsabgabe der dargestellten Drehstrom-Lichtmaschine über der Drehzahl mit Wechsel von Stern- und Einzelstrang-Einspeisung im Vergleich zu einer regulären Dreieckschaltung.

Der Grundgedanke vorliegender Erfindung besteht darin, die (drei) Phasenwicklungen a, b, c eines insofern durchaus üblichen Drehstromgenerators an beiden herausgeführten jeweiligen Endanschlüssen mit jeweils einem Brückengleichrichter zu versehen, die ihrerseits mit ihren Ausgängen zusammengeschaltet sind, so daß sich eine reine Einzelstrang-Einspeisung mit hohem Stromwirkungsgrad ergibt, und im Verbindungsbereich der Strangwicklungen mit einem der Brückengleichrichter bidirektional wirkende schaltbare Elemente derart vorzusehen, daß bei Ansteuerung der schaltbaren Elemente die Strangwicklungen in eine Sternschaltung überführt werden.

In **Fig. 1** sind die drei Stränge der Phasenwicklungen mit a, b und c bezeichnet, wobei zusätzlich zu einer üblichen, bei Drehstrom-Lichtmaschinen stets vorhandenen ersten Gleichrichterbrücke GB1 aus 6 Gleichrichterdioden an den anderen Anschlüssen der Phasenwicklungen a, b und c eine weitere Gleichrichterbrücke GB2 aus dann zusätzlichen

6 Gleichrichterdioden angeschlossen ist.

Eine solche, gerade durch ihren einfachen und unkomplizierten, robusten Aufbau einen überzeugenden Abstand zum bekannten Stand der Technik bietende Schaltungsanordnung vervollständigt sich in ihrem Aufbau durch lediglich zwei weitere bidirektionale schaltbare Elemente S1 und S2, die die Anschlußpunkte der Phasenwicklungen a, b und c auf einer Seite zu einem Sternpunkt verbinden können, indem die beiden äußeren Leitungen La und Lc mit der mittleren Leitung Lb bei durchgeschalteten Schaltstrecken der Elemente zur Bildung des Sternpunktes verbunden werden.

Dabei können die beiden bidirektionalen schaltbaren Elemente S1 und S2 entweder vier in diesem Fall antiparallel geschaltete Thyristoren sein, wie in **Fig. 1** auch dargestellt, oder sie können aus je zwei antiserial geschalteten PowerMOS-Transistoren bestehen, die insofern noch Vorteile aufweisen, als sich hierdurch bessere Wirkungsgrade ergeben.

Die Funktionsweise einer solchen Schaltungsanordnung ist dann so, daß bei niedrigen Drehzahlen die schaltbaren Elemente S1 und S2 gezündet sind und der Generator sich dadurch in Sternschaltung befindet. Die Einzelstrang-Spannungen addieren sich hierbei geometrisch, und es ergibt sich eine relativ niedrige Einsatzdrehzahl n1 entsprechend dem Kennlinienverlauf "Stern" in **Fig. 3**. Es ergibt sich ferner der Vorteil, daß eine solche Schaltung mit Thyristoren unabhängig von der Phasenlage getriggert werden kann, was die Auslegung der Steuerung und der Zündimpulsgeneratoren vereinfacht. Es ergibt sich auch nicht das Problem eines Transistoreffekts, da die Thyristoren, nachdem sie einmal gezündet wurden, nicht in Sperrichtung gepolt werden können.

Verwendet man anstelle der Thyristoren MOS-Transistoren, dann ergeben sich bessere Wirkungsgrade, weil sich deren Durchlaßwiderstand beliebig klein dimensionieren läßt. Im Vergleich dazu bleiben bekanntlich an Thyristoren aufgrund von deren prinzipieller Struktur immer mindestens 0,8 Volt Durchlaßspannung stehen.

Ein besonderer Vorteil liegt auch in der möglichen Vereinfachung des erforderlichen Regler-Chips, wenn man für die Steuerung der Leistungselektronik wie zeitgemäß üblich die Einchip-Lösung anstrebt. Bei Verwendung von Thyristoren bedarf es zu deren Triggerung wie üblich jeweils einer isolierten Stromquelle auf dem Reglerchip, für das Ein- und Ausschalten der MOS-Transistoren ist lediglich eine sogenannte Ladungspumpe auf dem Chip erforderlich, die problemlos verfügbar ist. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist hier auch die Verringerung der Regleranschlußpins bzw. der erforderlichen Steuerleitungen auf insgesamt lediglich vier für die Stern/Einzelstrang-Umschaltung im Vergleich zu den weiter vorn aufgezeigten bekannten Lösungen. Die EMV-Freundlichkeit der maschinengeführten Systeme bleibt durch die Erfindung voll erhalten.

Auch für den Fall der Zuverlässigkeit des Leistungsteils ergeben sich bei einer solchen Stern/Einzelstrang-Umschaltung entscheidende Vorteile, da es im Falle eines Durchlegierens, also eines dauernden Kurzschlusses einer oder mehrerer der schaltbaren Elemente, mit denen sich die Sternschaltung herbeiführen läßt, lediglich dazu kommt, daß diese nicht mehr abgeschaltet werden können, so daß es zwar nicht mehr möglich ist, ab einer vorgegebenen höheren Drehzahl auf die Einzelstrang-Schaltung umzuschalten, im Bereich der niedrigen Drehzahlen läßt sich jedoch kein Unterschied feststellen, da weiterhin die maximal mögliche Leistung entnommen werden kann.

Ab einer vorgegebenen höheren Drehzahl n2 (s. **Fig. 3**) wird die Triggerung der Thyristoren ausgeschaltet, und da über die Wicklungsstränge a und c Wechselströme in den Sternpunkt fließen, verlöschen die Thyristoren selbständig

wieder. Danach befindet sich die Schaltungsanordnung in der Einzelstrang-Schaltung, d. h. jeder Strang besitzt seine eigene Zweiweg-Gleichrichtung in Form einer H-Brücke. Es erfolgt dann der Übergang auf die zweite in Fig. 3 dargestellte Generator-Kennlinie "Einzelstrang-Einspeisung", die die erste Kennlinie "Stern" in der Leistung mindestens um den Faktor $\sqrt{3}$ überbietet. Dabei hat die Einzelstrang-Schaltung Ähnlichkeit mit der Dreieckschaltung. Sie besitzt in etwa die gleiche Angherdrehzahl n_1' ; allerdings ist der Leistungsanstieg der Einzelstrangschaltung nicht so steil wie bei der Dreieckschaltung. Sie überbietet diese jedoch im Bereich höherer Drehzahlen an Leistung deutlich, was sich besonders für mit der Drehzahl in ihrem maximalen Leistungsbedarf proportional ansteigende Verbraucher eignet wie etwa bei elektromagnetischen Ventilsteuerungen.

Eine Variante der Schaltungsanordnung der Fig. 1 ist in Fig. 2 gezeigt, durch welche sich das Prinzip der Stern-Einzelstrangumschaltung nochmals um eine Stufe in der Abgabeleistung erhöhen läßt. Dabei werden, ohne das Grundprinzip zu verletzen, die drei Stränge der jeweiligen Phasenwicklungen a, b und c jeweils mit einer Mittelanzapfung versehen, so daß sich zusätzliche Teilstränge a', b', c' ergeben, die denwicklungsaufwand jedoch nicht nennenswert vergrößern, da sie mit den ursprünglichen Strängen a, b' und c' galvanisch in Reihe liegen und lediglich eine zusätzliche Mittelanzapfung herausgeführt werden muß. Die Mittelanzapfungen weisen zusätzliche schaltbare Elemente S3, S4 auf, die im durchgeschalteten Zustand diese zu einem Sternpunkt machen können, wie weiter vorn schon erläutert.

Die Funktionsweise ist so, daß bei niedrigen Drehzahlen wie auch bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 die schaltbaren Elemente S1 und S2 eingeschaltet sind, so daß sich die Schaltung anfänglich in der weiter vorn schon erläuterten Sternschaltung befindet. Bei mittleren Drehzahlen sind alle Schalter offen, und es ergibt sich die weiter vorn ebenfalls schon erläuterte Einzelstrang-Schaltung. Erst im Bereich höherer Drehzahlen werden dann die Schalter S3 und S4 geschlossen, d. h. deren schaltbare Elemente, die auch hier wieder aus antiparallel geschalteten Thyristoren oder antiseriell geschalteten PowerMOS-Transistoren bestehen können, sind durchgeschaltet, wodurch sich eine 6phasige Sternschaltung ausbildet. Da hier die Windungszahl pro Strang erneut abnimmt, wenn man davon ausgeht, daß die Summe der Teilstränge a' + a" der ursprünglichen Windungszahl eines Stranges a entspricht, erhält man eine weitere Leistungssteigerung um mindestens 60%.

Schließlich ist es in weiterer Ausgestaltung möglich, auf die gesonderten schaltbaren Elemente S1, S2 in den Fig. 1 und 2, die die Sternschaltung herbeiführen, dann zu verzichten, wenn einer der beiden Stromrichter GB1 bzw. GB2 in der bekannten B6u-Schaltung als Sternpunktbildner betrieben, d. h. so gepulst wird, daß sich im zeitlichen Mittel an allen Strängen diejenige Spannung einstellt, welche sich auch ergäbe, wenn der Sternpunkt durch eine galvanische Verbindung wie bisher erläutert hergestellt wäre. In Fig. 1 läßt sich beispielsweise das Kurzschließen der Phasenstränge b und c sowohl durch Einschalten des schaltbaren Elements S2 als auch durch ein Schalten der hierfür ausgebildeten MOS D6 und MOS D2 erreichen. Da der Stern dann kurzzeitig das Potential der unteren Sammelschiene annimmt, muß hier entsprechend gepulst werden, um die Spannung im zeitlichen Mittel zu korrigieren. Da die Generierung solcher Pulsmuster für den Fachmann insofern kein Problem ist, braucht hierauf nicht weiter eingegangen zu werden. Man erkennt aber, daß durch entsprechende Ansteuerung der im Falle der Sternschaltung insofern ohnehin im wesentlichen nicht benötigten Gleichrichterbrücke GB2 durch diese die Sternpunktbildung bei entsprechender Aus-

bildung hergestellt werden kann.

Bezüglich des Umschaltverhaltens selbst kann nochmals auf die weiter vorn schon genannte Druckschrift entsprechend DE 197 33 208 C1 aufmerksam gemacht werden, die auf besonders vorteilhafte Ausführungsformen bezüglich der zugrundezulegenden Umschaltkriterien und der zu beachtenden Verfahrensabläufe verweist, die auch mit besonderem Vorteil hier verwendet werden können.

Dabei versteht es sich, daß das Umschalten von einer Kennlinie auf die andere möglichst stoßfrei im Schnittpunkt der beiden Kennlinien, im vorliegenden Fall also im Übergang von der Sternschaltung zur Einzelstrangeinspeisung entsprechend Fig. 3 zu erfolgen hat, da sich die Synchronmaschine in diesem Schnittpunkt in demselben magnetischen Gleichgewicht befindet.

Verwiesen wird insgesamt auf die Ausführungen zu den Fig. 4 bis 7 der DE 197 33 208 C1 und die dortigen Figuren, die ausdrücklich als offenbart, da vorveröffentlicht zu vorliegender Beschreibung herangezogen werden und auf deren insofern überflüssigen Wiederholung an dieser Stelle verzichtet werden kann.

Durch die sinngemäße Anwendung der in der DE 197 33 208 C1 beschriebenen Umschaltverfahren gelingt ein vergleichsweise sanfter Übergang von der Stern- auf die Einzelstrangschaltung und umgekehrt, wobei ein Regelvorgang abläuft, bei dem zum bei solchen Lichtmaschinen stets vorhandenem Feldregler ein Trajektorie-Controller überlagert wird, durch welchen ein möglicher Offset in der Trajektorie zeitoptimal an eine Schaltkurve herangeführt wird, die drehzahlabhängig bzw. erregungsabhängig in erster Näherung den geometrischen Ort aller Schnittpunkte bildet, an denen ein nahezu stoßfreies Umschalten möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Leistungsumschaltung einer Drehstrom-Lichtmaschine bei Kraftfahrzeugen mittels schaltbarer Elemente, wobei die einzelnen Generator-Phasenwicklungen (a, b, c) beidseitig auf Gleichrichterschaltungen (GB1, GB2) arbeiten und wobei durch Ansteuerung von die Phasenwicklungen (a, b, c) lediglich auf einer Seite in beiden Flußrichtungen verbindenden schaltbaren Elementen (S1, S2) eine Umschaltung von einer Einzelstrang-Schaltung auf eine Sternschaltung erfolgt.
2. Schaltungsanordnung zur Leistungsumschaltung einer Drehstrom-Lichtmaschine bei Kraftfahrzeugen, mit den Generator-Phasenwicklungen (a, b, c) zugeordneter Wicklungsumschaltung mit Hilfe von schaltbaren Elementen (S1, S2; S3, S4), wobei die Anschlüsse jeder Generator-Phasenwicklung (a, b, c) beidseitig auf Gleichrichterschaltungen (GB1, GB2) arbeiten und die schaltbaren Elemente die Verbindungsleitungen der Generator-Phasenwicklungen (a, b, c) zu einer der Gleichrichterschaltungen (GB2) bidirektional bei Ansteuerung zu einem Sternpunkt verbinden im Sinne einer Stern-Einzelstrangumschaltung.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen Generator-Phasenwicklungen (a, b, c) durch eine Mittelanzapfung jeweils in miteinander in Reihe liegende Phasen-Teilwicklungen (a', a"; b', b"; c', c") aufgeteilt sind und diese Mittelanzapfungen ebenfalls über schaltbare Elemente (S2, S4) zusätzlich bei Ansteuerung bidirektional zu einem weiteren Sternpunkt verbindbar sind im Sinne einer Stern/Einzelstrang/Doppelstern-Umschaltung.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die schaltbaren Elemente (S1, S2, S3, S4) antiparallel geschaltete Thyristoren oder antiseriell geschaltete PowerMOS-Transistoren sind. 5
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Sternpunktbildung unter Verzicht gesonderter schaltbarer Elemente ansteuerbare Elemente (MOS-Dioden D2, D6) der Gleichrichterschaltungen (GB1, GB2) verwendet sind. 10
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung der schaltbaren Elemente (S1, S2, S3, S4) bei Unterschreiten einer bestimmten Drehzahl der Lichtmaschine erfolgt.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschaltung von einer Kennlinie zur anderen längs einer Schaltkurve erfolgt, wobei ein Trajektorie-Controller die Trajektorie zeitoptimal an die Schaltkurve heranführt und nach Umschaltung seine vorherige Beeinflussung des Feldreglers zurücknimmt. 15 20
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die der Umschalteregelung zugrundegelegte Grenzacharakteristik und Schaltkurve durch online Rechnung bestimmt oder in Tabellenform gespeichert sind. 25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

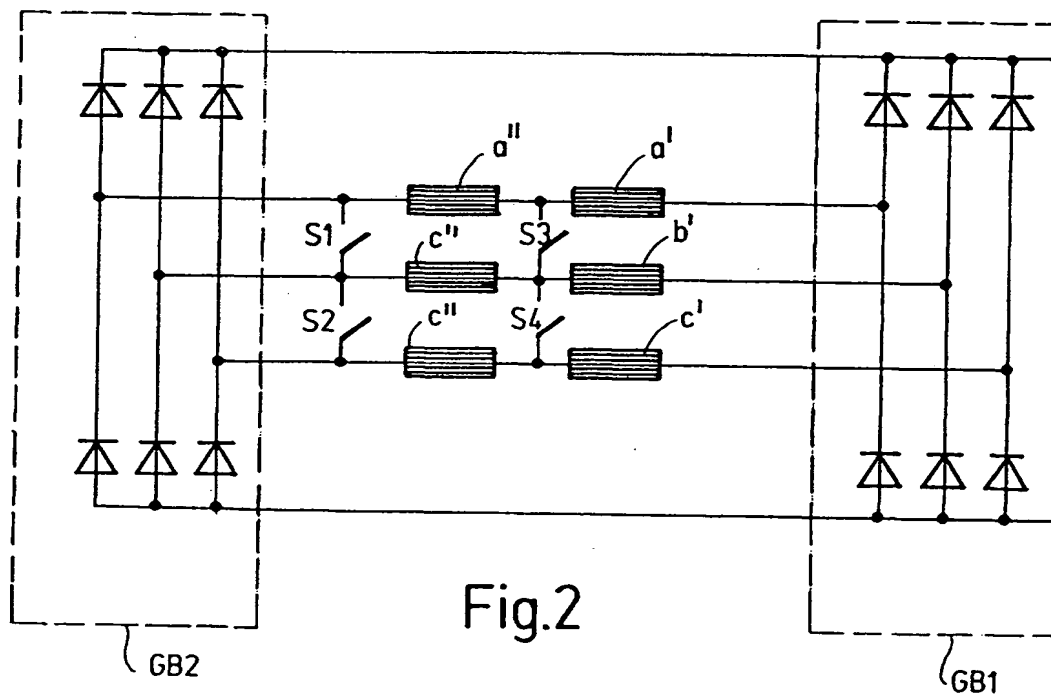
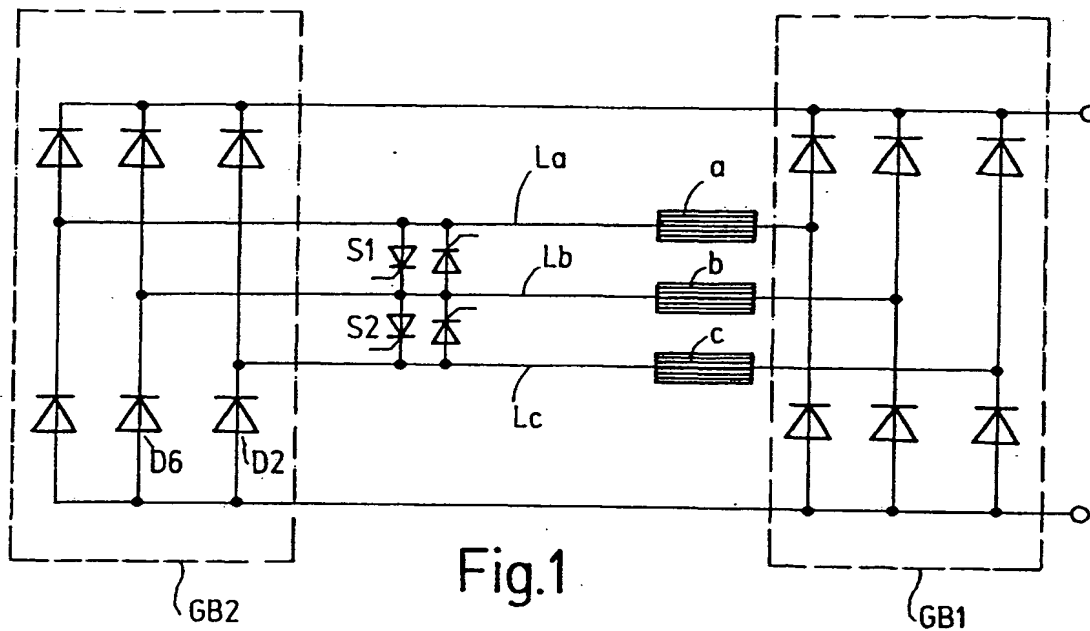
50

55

60

65

- Leerseite -



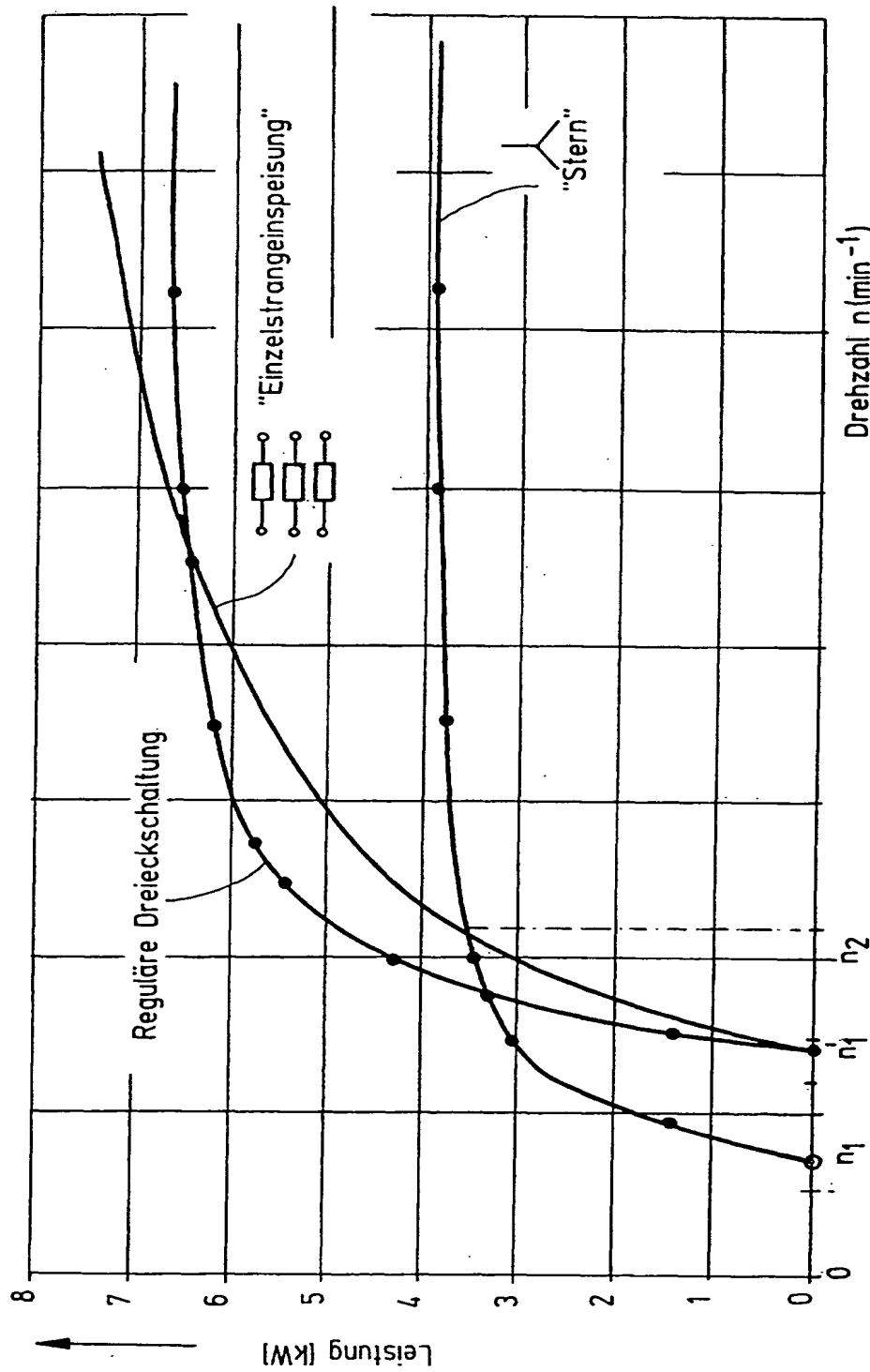


Fig.3